



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MÄRKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 19 096 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 21/06**

⑳ Aktenzeichen: 199 19 096.8  
㉔ Anmeldetag: 27. 4. 1999  
㉓ Offenlegungstag: 2. 11. 2000

**DE 199 19 096 A 1**

㉑ Anmelder:  
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

㉒ Erfinder:  
Tandler, Hans, Dr.-Ing., 07745 Jena, DE; Gonschor,  
Matthias, Dipl.-Ing. (FH), 37130 Gleichen, DE;  
Gretschel, Peter, Dr.-Ing., 07749 Jena, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 37 34 691 C2  
DE 39 06 555 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope

⑤⑦ Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit mindestens einer LED, die auswechselbar in oder in der Nähe der Ebene der Aperturblende einer Beleuchtungsoptik oder vor einer Köhlerschen Beleuchtungsoptik angeordnet ist, vorteilhaft mit mindestens je einer in Beleuchtungsrichtung des Mikroskops und dazu entgegengesetzt abstrahlenden LED-Lichtquellen, wobei das Licht der entgegengesetzt abstrahlenden Lichtquelle über Umlenkspiegel, vorzugsweise einen Hohlspiegel, in dessen Brennpunkt sich diese Lichtquelle befindet, in die Beleuchtungsrichtung umgelenkt wird.

**DE 199 19 096 A 1**

## Beschreibung

Beleuchtungsanordnungen an Mikroskopen haben einen relativ schlechten Wirkungsgrad bei der Umsetzung von aufgenommenener elektrischer Leistung in nutzbare Lichtleistung und sie erzeugen störende Wärme. Darüber hinaus werden bei aufrechten Stativen Bauräume benötigt, die ergonomisch günstige Anordnungen des Mikroskoptisches verhindern. Schliesslich sind die Lösungen bauteilaufwendig und damit teuer. Beleuchtungseinrichtungen für Mikroskope mit LED's bzw. LCD's sind aus DE 31 08 389 A1, US 4852985, DE 37 34 691 C2, DE 196 44 662 A1 bekannt.

Die genannten Nachteile sollen durch eine LED-Beleuchtungseinheit – bestehend aus einer oder mehreren angeordneten LED's – beseitigt werden, die wahlweise netzabhängig oder durch Batterien betrieben werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung und ihre Wirkungen und Vorteile werden nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen erläutert.

In Fig. 1 ist unter einem durchsichtigen Mikroskoptisch 1, auf dem sich eine Probe befindet, die durch ein nicht dargestelltes Objektiv betrachtet wird, eine Köhlersche Beleuchtungseinheit, bestehend aus Kondensoroptik 2, Aperturblende 3, Leuchtfeldblende 4 mit Kollektor 5 angeordnet, die in einem nicht dargestellten Mikroskopstativ angeordnet ist.

Eine LED-Beleuchtungseinheit, vorzugsweise mit Streumitteln wie einer Streuscheibe 7, hier bestehend aus einer einzelnen LED 6, aber auch als Anordnung mehrerer LED möglich, ist so gestaltet, dass sie sowohl in der Aperturblendenebene (A1) als auch im Mikroskopfuss (A2) angeordnet werden kann.

Hierzu befindet sich die LED 6 in einem Einschub 8, der wahlweise (Wechselrichtung durch Pfeile dargestellt) im Stativfuss 9 oder direkt unterhalb der Aperturblende angeordnet werden kann.

Die LED wird über Leitungen 10 von einer Stromversorgung 11 elektrisch versorgt. Die Anordnung A1 in der Aperturblendenebene ermöglicht in Kombination mit geeigneten Streumitteln, wie in Fig. 2 dargestellt, wobei hier das Streumittel in oder in der Nähe der Aperturblendenebene eine Mattscheibe mit Zonenlinsenstruktur (Fresnellinse) oder ein Mikrolinsenarray sein kann. Die Ausleuchtung ausreichend grosser Felder und Aperturen und stellt eine kostengünstige Hellfeldbeleuchtung dar, wenn keine Leuchtfeldblende benötigt wird.

Streumittel können auch direkt unter dem Objektträger angeordnet sein.

Darüber hinaus kann der Mikroskoptisch tiefer liegen und in einer ergonomisch günstigen Höhe über dem Arbeitstisch angeordnet werden, was insbesondere für den Routinebetrieb vorteilhaft ist.

Die Anordnung A2 im Gerätefuss ermöglicht den Einsatz einer Leuchtfeldblende und damit die Durchführung des Köhlerschen Beleuchtungsverfahrens sowie aller herkömmlichen Kontrastverfahren.

Ein Stativ kann auch mit der gleichen LED-Beleuchtungseinheit zwischen den Anordnungen 1 und 2 umgerüstet werden. Wenn Leuchtfeldblende und Kollektor zu einer ebenfalls nachrüstbaren Einheit zusammengefasst werden, kann diese Einheit auch entfallen, wenn nur Anordnung A1 benutzt wird.

Das Modul enthält die LED und ggf. das Streumittel.

Die Stromversorgung 11 ist vorzugsweise im Mikro-

kopffuss 9 angeordnet, die Zuleitungen 10 zum LED-Modul können zu beiden Positionen 1 und 2 fest verlegt sein und die Verbindung wird dann direkt am LED-Modul gesteckt.

Die Stromversorgung kann aber auch (Batterie) direkt im Modul untergebracht werden.

Die mechanischen Aufnahmen an beiden Positionen sind so gestaltet, dass das Modul entweder von unten oder von der Seite gesteckt werden kann. Weitere Vorteile des Einsatzes der LED-Beleuchtungseinheit sind lange Lebensdauer, minimaler Energiebedarf, tageslichtähnliche Farbtemperatur, farbtemperaturunabhängige Helligkeitsregelung und geringe Wärmeentwicklung.

Eine geeignet gewählte Anzahl von Weisslicht-LEDs (vorzugsweise 2) wird, wie in Bild 3 dargestellt, in der Nähe der Aperturblendenebene angeordnet.

Eine LED 12 strahlt nach oben und die zweite LED 13 nach unten. Die untere LED ist im Brennpunkt eines Hohlspiegels 14 angeordnet. Leichte Abschattungsprobleme können durch möglichst geringe Abmessungen des LED-Blocks klein gehalten werden.

Die nach oben strahlende LED 12 hat die Aufgabe der vorrangigen Feldausleuchtung über den Kondensor 2, während die nach unten strahlende im Brennpunkt vorzugsweise eines Parabolspiegels 14 angeordnet ist, parallel zurückgestrahlt wird und für die notwendige Aperturausleuchtung über den Kondensor 2 sorgt. Der Block beider LED's 12 und 13 kann auch wie in Fig. 4 um 90° um eine Drehachse A1 senkrecht zur Zeichenebene gedreht werden, strahlt also nach links und rechts.

Über zwei Umlenkspiegel 15 oder einen Umlenkspiegelring, wobei die LED's zusätzlich zur oben erwähnten Drehung in ihrer Mittenachse um die optische Achse drehbar angeordnet sein können, wird eine Schrägbeleuchtung erzeugt. Der Strahlenfluss der zeitlich über ihre Stromversorgung mit einem Beobachtungsshutter getakteten LED's wird mit den für eine Raumbilderzeugung durch die Beleuchtung notwendigen Winkeln in Richtung des Kondensors reflektiert.

Diese Anordnung ist auch mit der Anordnung in Fig. 3 kombinierbar, wie in Fig. 4 schematisch dargestellt.

Hierzu werden bei festem Hohlspiegel 14 und Umlenkspiegeln 15 oder Spiegelring die LED um eine Achse A1 in ihrer Verbindungsmitte senkrecht zur Zeichenebene zwischen der Position in Fig. 3 und 4 umgeschwenkt.

Darüber hinaus können die Winkel zwischen den Mittenachsen der LED und/oder deren Abstand zur optischen Achse verändert werden.

Hierzu sind die LED senkrecht zur optischen Achse, wie durch die Pfeile angedeutet, verschiebbar oder um eine Drehachse A2 senkrecht zur Zeichenebene schwenkbar.

Mit zur Beobachtung getakteter Beleuchtung ändert sich auf diese Weise der Beleuchtungswinkel und damit die Basis für die räumliche Betrachtung. Auch hier liegen die LED möglichst in der Nähe der Aperturblendenebene. In Fig. 6 ist dargestellt, wie mehrere Weisslicht-LED's so nahe wie möglich in einer der Pupille konjugierten Ebene, die auch eine Kugelfläche sein kann, angeordnet sind und so auch ohne Streumittel für den benötigten Lichtleitwert sorgen.

Hierzu sind die LED's so angeordnet, dass sich die Tangenten ihrer Abstrahlkegel berühren (Fig. 6a), indem der Winkel zwischen den Mittenachsen ihrer Abstrahlkegel im wesentlichen mit dem Winkel des Abstrahlkegels übereinstimmt. Über das flächenhafte Parallelschalten einzelner LED's in verschiedenen Anordnungen wie in Fig. 6b dargestellt, kann eine größere strahlende Fläche mit dem gleichen Divergenzwinkel wie der einer einzelnen LED angeboten werden. Durch das gerichtete Verkippen und straussförmige Zusammenfassen der einzelnen LED's in der Weise, dass

sich die Tangenten der Abstrahlkegel berühren, werden sowohl eine größere Fläche als auch ein größerer summarischer Abstrahlwinkel erzeugt.

Anordnungen gemäss Fig. 6 sind vorteilhaft in den Anordnungen nach Fig. 1, 2 und 5 anwendbar.

Des weiteren kann die Feld- und Apertur- ausleuchtung auch durch ein Array aus Mikrolinsen mit unterschiedlichen Brennweiten erfolgen.

Ein Streumittel kann auch direkt in die Zonenlinse oder das Linsenarray integriert sein. So kann z. B. die Unterseite der im Bild 2 dargestellten Zonenlinse mattiert sein oder es könnte eine zusätzliche Mattscheibe oberhalb der Zonenlinse angeordnet werden.

#### Patentansprüche

1. Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit mindestens einer LED, die auswechselbar in oder in der Nähe der Ebene der Aperturblende einer Beleuchtungsoptik oder vor einer Köhlerschen Beleuchtungsoptik angeordnet ist.
2. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die LED im Stativfuss vor der Leuchtfeldblende der Köhlerschen Beleuchtungsoptik angeordnet ist.
3. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der LED in Lichtrichtung ein optisches Element zur Lichtstreuung nachgeordnet ist.
4. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die LED mit Streuscheibe und/oder Beleuchtungsoptik in einem Einschubteil angeordnet ist.
5. Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit mindestens je einer in Beleuchtungsrichtung des Mikroskops und dazu entgegengesetzt abstrahlenden LED-Lichtquellen, wobei das Licht der entgegengesetzt abstrahlenden Lichtquelle über Umlenkspiegel, vorzugsweise einen Hohlspiegel, in dessen Brennpunkt sich diese Lichtquelle befindet, in die Beleuchtungsrichtung umgelenkt wird.
6. Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit mindestens zwei entgegengesetzt abstrahlenden LED-Lichtquellen, deren Abstrahlrichtung senkrecht zur optischen Achse der Beleuchtung liegt und mit mindestens einem Umlenkspiegel zur Umlenkung der Strahlung der Lichtquellen in Richtung der Beleuchtung.
7. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Lichtquellen im Takt der Beobachtung wechselweise ein- und ausschaltbar sind.
8. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Lichtquellen Weisslicht LED's sind.
9. Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope mit mindestens zwei in einer ersten Stellung zur Beleuchtungsrichtung des Mikroskops und dazu entgegengesetzt abstrahlenden LED-Lichtquellen und bei der das Licht der entgegengesetzt abstrahlenden Lichtquelle über Umlenkspiegel, vorzugsweise einen Hohlspiegel, in dessen Brennpunkt sich diese Lichtquelle befindet, in die Beleuchtungsrichtung umgelenkt wird und mit mindestens zwei entgegengesetzt abstrahlenden Lichtquellen, deren Abstrahlrichtungen in einer zweiten Stellung senkrecht zur optischen Achse der Beleuchtung liegen und mindestens einem Umlenkspiegel zur Umlenkung der Strahlung der Lichtquellen in Richtung der Beleuchtung, wobei es sich um die gleichen Lichtquellen handelt und diese zur Umschaltung zwischen erster und zweiter Stellung um ihre Verbindungssachse, die senkrecht zur optischen Achse

steht, drehbar sind.

10. Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für Mikroskope, vorzugsweise nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit zwei ausserhalb der optischen Achse angeordneten LED-Lichtquellen, deren Abstand zur optischen Achse durch Verschiebung und/oder Verschwenkung um einen gemeinsamen Drehpunkt veränderbar ist.

11. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mehrere LED's nebeneinander, vorzugsweise bezüglich ihrer Halterung schalenförmig, angeordnet sind und sich ihre Lichtkegel tangieren oder überlappen.

12. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Anordnung der LED'Ss im wesentlichen einer shärischen Fläche entspricht.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---





